

УДК 622.279.8

Євсєєв О.В., Світлицький В.М., Кисельова С.О., Левченко Ю.Ю.

### АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ АБСОРБЦІЇ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ЦІЛЮВИХ ВУГЛЕВОДНІВ З ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Метод низькотемпературної конденсації (НТК) для вилучення цільових вуглеводнів з природного газу є найбільш розповсюдженим в світі в останні роки.

В світовій практиці для вилучення пропан-бутанової фракції методом НТК в якості сировини використовується газ з вмістом пропану не нижче 1,5 % об. На сьогоднішній день з доступних джерел інформації не відомо жодної установки (ГПЗ), що працює за методом НТК по вилученню тільки пропан-бутанової фракції із „сухого“ газу, який містить пропану –  $0,8 \div 0,85$  % об.

Холод на ізотермі мінус 80 °С та нижче використовується, як правило, для вилучення в якості товарного продукту етану та пропан-бутанової фракції, для чого потрібні кріогенні температури, відповідне обладнання та умови підготовки сировинного газу. Враховуючи відсутність попиту на товарний етан в Україні та підвищення потреби у пропан-бутановій фракції, єдиним методом який може бути придатним для переробки „сухого“ газу з метою отримання товарного пропан-бутану залишається абсорбційний метод.

На сьогоднішній день вилучення вуглеводнів  $C_3+$  на газових промислах України здійснюється двома методами:

- НТК при температурах мінус 60 °С;
- НТА при температурах не нижче мінус 30 °С.

Температура процесу абсорбції вагомо впливає на апаратурно-технологічне оформлення всієї установки поглибленого вилучення цільових вуглеводнів (УПВВ), оскільки потребує застосування різного типу вуглеводневого абсорбенту для запобігання термодинамічного виносу останнього. Так для установки ПВВ за методом НТА при температурі процесу мінус 30 °С ( $P = 3,5$  МПа) необхідно застосовувати абсорбент з молекулярною масою 130–140 та температурою кипіння 150–200 °С. Застосування вуглеводневого абсорбенту з такими фізичними властивостями потребує наявності в технологічній схемі установки колони для його регенерації та окремої установки підготовки абсорбенту для первинного завантаження і підживлення абсорбенту внаслідок технологічних втрат в схемі УПВВ.

Робота установки ПВВ при температурі процесу мінус 60 °С ( $P = 3,5$  МПа) дозволяє використовувати абсорбент з молекулярною масою 85–95 та температурою кипіння 35–100 °С. При таких характеристиках абсорбенту відпадає потреба в установці підготовки абсорбента та колони регенерації, оскільки в цьому випадку такими характеристиками володіє стабільний вуглеводневий конденсат – нижній продукт колони дебутанізатора.

Враховуючи відсутність в Україні установок, що працюють за методом НТА на ізотермі мінус 60 °С, в цій роботі наведені результати аналітичних досліджень і дано кількісну оцінку впливу питомої витрати абсорбенту на ступінь вилучення вуглеводнів з природного газу з низьким вмістом компонентів  $C_3+$  у початковому (сировинному) газі.

Аналітичні дослідження процесу НТА виконані при температурі мінус 60 °С і тиску 3,5 МПа для природного газу Хрестищенського газоконденсатного родовища (вміст вуглеводнів  $C_{3+}$  – 35 г/м<sup>3</sup>).

Характеристика сировинного газу наведена в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика сировинного газу

Компоненти	моль/моль
Азот	0,0155044
Метан	0,9280792
Діоксид вуглецю	0,0025208
Етан	0,0373284
Пропан	0,0085359
ізо-Бутан	0,0012479
н-Бутан	0,0017621
нео-Пентан	0,0000300
ізо-Пентан	0,0005990
н-Пентан	0,0004992
н-Гексан	0,0010483
н-Гептан	0,0007088
н-Октан	0,0003394
н-Нонан	0,0001498
Вода	0,0016468

На рисунку 1 наведені графіки, які характеризують ступінь вилучення вуглеводнів з сирого газу на установці НТА у залежності від кількості абсорбенту, що подається на зрошення в абсорбери. Як видно з наведених залежностей інтенсивність вилучення пропану з сирого газу повільно зменшується після позначки, що дорівнює кількості циркулюючого в схемі установки НТА абсорбенту більше 48 г/м<sup>3</sup>. На цій же позначці (48 г/м<sup>3</sup>) знаходиться точка інверсії кривої яка характеризує вилучення бутанів. Залежність вилучення пентанів та більш важких вуглеводнів стрімко зменшується з ростом кількості циркулюючого в системі абсорбенту. Такий характер кривих пов'язаний з підвищенням температури газу та абсорбенту в абсорберах внаслідок екзотермічності процесу абсорбції.

Динаміка вилучення етану є наростаючою в усьому діапазоні розглянутих значень кількості циркулюючого абсорбенту.

Залежності ступені вилучення компонентів на графіках побудовані по відношенню до кількості кожного із наведених компонентів у складі вхідного потоку і тому відображають лише характер процесу вилучення. Якщо розглядати кількісні показники по вилученню компонентів від наведених залежностей, то для газу зазначеного складу, що надходить до установки ПВВ у кількості 10 млн. м<sup>3</sup>/добу, зміна вилучення на 1 % для метану дорівнює близько 2,60 т/год по цьому компоненту, етану – 0,24 т/год, пропану – 0,05 т/год, бутанів – 0,01 т/год.

Так збільшення питомої витрати абсорбенту через абсорбери від 48 до 144 г/м<sup>3</sup> (від 20 до 60 т/год при кількості газу 10 млн.м<sup>3</sup>/добу) дозволяє вилучити пропану від 5,39 до 5,92 т/год, бутанів від 2,94 до 2,82 т/год, пентанів та більш важких вуглеводнів

від 4,69 до 3,91 т/год, при цьому вилучення метану становить від 4,81 до 7,71 т/год, етану від 4,82 до 7,74 т/год.

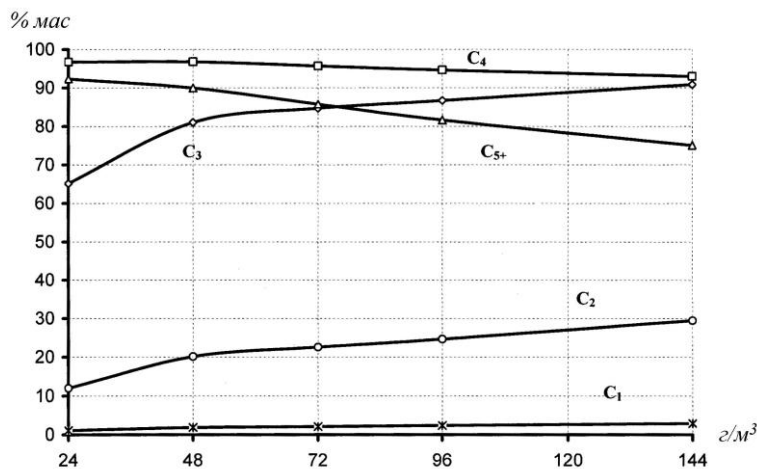


Рисунок 1 – Ступінь вилучення компонентів з газу в залежності від кількості абсорбенту

Таким чином, незначне підвищення вилучення пропану (0,53 т/год) при збільшенні витрати абсорбенту від 48 до 144 г/м³, призводить до втрат вуглеводнів C<sub>4+</sub> у кількості 0,90 т/год. В той же час вилучення побічних вуглеводнів C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> збільшиться на 5,82 т/год.

Абсолютна різниця у вилученні вуглеводнів при збільшенні витрати абсорбенту від 24 до 48 г/м³ становить: пропану додатково 1,14 т/год, метану та етану – 4,58 т/год, втрати вуглеводнів C<sub>5+</sub> – 0,12 т/год.

Таким чином, результати аналітичних досліджень показують, що температура процесу НТА на рівні мінус 50 ÷ мінус 60°C, дозволяє використовувати „легкий“ абсорбент з молекулярною масою 85–95. Використання такого абсорбенту, у свою чергу, дозволяє вести процес НТА з високою ступінню вилучення пропан-бутану з сирого газу при низьких питомих витратах абсорбенту. Це значно підвищує техніко-економічні показники установки за рахунок зниження металоємкості та енергетичних витрат порівняно з традиційними установками НТА при температурах процесу до мінус 30 °C.

УДК 622.279.8

Евсеев А.В., Светлицкий В.М., Киселева С.А., Левченко Ю.Ю.

### АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ АБСОРБЦИИ ДЛЯ ИЗЪЯТИЯ ЦЕЛЕВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Проведены аналитические исследования процесса низкотемпературной абсорбции (НТА) при изъятии целевых углеводородов из природного газа. Определено, что при температуре процесса НТА на уровне минус 50 ÷ минус 60 °C появляется возможность использовать "легкий" абсорбент с молекулярной массой 85–95, а это, в свою очередь, разрешает вести процесс с высокой степенью изъятия пропан-бутана из сырого газа при низких удельных затратах абсорбента.